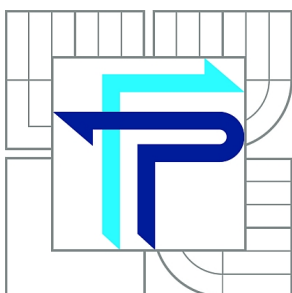




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV INFORMATIKY**

**FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF INFORMATICS**

# **NÁVRH OPTICKÉ SÍTĚ VE VYSOKÉM MÝTĚ**

**DESIGN OF AN OPTICAL NETWORK IN VYSOKÉ MÝTO**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**MILAN NOVÁK**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.**

**BRNO 2012**

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Novák Milan**

---

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

**Návrh optické sítě ve Vysokém Mýtě**

v anglickém jazyce:

**Design of an Optical Network in Vysoké Mýto**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska řešení

Návrh řešení

Zhodnocení a závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

BEASLEY, J. S. Networking: Second Edition. 2. vyd. Ann Arbor: Edwards Brothers, 2008. 693 s. ISBN 0-13-135838-3.

BIGELOW, S. J. Mistrovství v počítačových sítích: Správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9.

DONAHUE, G. A. Kompletní průvodce síťového experta. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

ODOM, W. Počítačové sítě bez předchozích znalostí. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. 383 s. ISBN 80-251-0538-5.

VACCA, J. R. The Cabling Handbook: Second Edition. 2. vyd. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. 1310 s. ISBN 0-13-088317-4.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

---

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA  
Děkan fakulty

V Brně, dne 14.05.2012

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá návrhem optické sítě, která umožní investorovi připojit domácnosti žijící na největším sídlišti ve Vysokém Mýtě k vysokorychlostnímu internetu.

## **Abstract**

Bachelor's thesis deals with design of an optical network, which will allow the investor to connect households living in the largest housing estate in Vysoké Mýto to high speed Internet.

## **Klíčová slova**

Návrh sítě, optické vlákno, optický kabel, internet, sídliště, kabeláž, trasa.

## **Key words**

Network design, optical fiber, optical cable, Internet, housing estate, cabling, route.

## **Bibliografická citace**

NOVÁK, M. *Návrh optické sítě ve Vysokém Mýtě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.  
Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a neporušuje autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne .....

.....

Podpis

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. a oponentovi Ing. Stanislavu Marholdovi za odborné rady a cenné připomínky k vypracování této bakalářské práce. Mé díky patří také městu Vysoké Mýto za poskytnutí map teplovodních kanálů.

# Obsah

Úvod.....	10
Cíl práce .....	10
1    Analýza současného stavu .....	11
1.1    Investor.....	11
1.2    Lokalita .....	11
1.2.1    Teplovody .....	14
1.2.2    Připojované objekty .....	14
1.3    Možnosti připojení domácností k internetu.....	15
2    Teoretická východiska řešení.....	18
2.1    Přenosové prostředí .....	18
2.1.1    Metalické kabely .....	18
2.1.2    Optické kabely .....	20
2.2    FTTP .....	22
2.2.1    FTTB.....	23
2.2.2    FTTH .....	23
2.3    PON.....	24
3    Návrh řešení .....	26
3.1    Návrh cen připojení.....	26
3.2    Průzkum trhu .....	26
3.3    Výběr optické technologie .....	27
3.4    Návrh tras .....	28



3.4.1	Severozápadní větev .....	30
3.4.2	Jihozápadní větev .....	32
3.4.3	Jihovýchodní větev .....	32
3.4.4	Severovýchodní větev .....	34
3.5	Kabely .....	36
3.6	Uzly .....	38
3.7	Značení aktivních a pasivních prvků .....	44
3.8	Další potřebný hardware .....	44
3.8.1	Centrální rozvodna .....	44
3.8.2	Zákazník .....	45
3.9	Ekonomické zhodnocení .....	46
3.9.1	Náklady .....	46
3.9.2	Výnosy .....	46
3.9.3	Zisk a výpočet doby návratnosti .....	47
	Závěr .....	48
	Seznam použité literatury .....	49
	Seznam použitých zkratk .....	52
	Seznam obrázků .....	53
	Seznam grafů .....	53
	Seznam tabulek .....	54
	Seznam příloh .....	54

## Úvod

Před dvaceti lety, v době zavedení internetu do tehdejšího Československa o něm věděl jen málokdo. Dnes už si naopak život bez rychlého internetu většina lidí nedokáže představit. A není se čemu divit. Den mnoha lidí začíná kontrolou emailů, návštěvou sociálních sítí nebo přečtením zpráv. Dnes již ale každému nestačí informaci si jenom přečíst, nestačí ji ani jenom slyšet nebo vidět na fotografii. Postupně dochází k zapojování více smyslů současně, proto jsou dnes tak populární streamovaná videa.

Počítač s připojením k internetu je potřebný ve školách, firmách i na úřadech a uplatní se také jako společník pro volný čas. Využívají ho lidé všech věkových kategorií, od malých dětí až po seniory.

Důležité je nezapomenout, že pokrok v oblasti připojení k internetu je rychlý, nezastavitelný a hlavně stále pokračuje. Od vytáčeného internetu, který je dnes již naprosto nevyhovující, jsme se dostali k ADSL a mikrovlnnému připojení. Tyto možnosti především v hustě obydlených místech přestávají svou kvalitou vyhovovat náročnějším uživatelům. Málokdo si dnes dokáže představit, na co všechno budeme používat internet za 10 nebo 20 let. Bude to masivní rozšíření cloud computingu, 3D komunikace či přenos chutí a pachů? Nikdo neví, co budoucnost přinese. Zdá se ale velmi pravděpodobné, že k tomu budeme potřebovat přenášet ještě daleko větší množství dat než dnes.

## Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je navrhnout optickou síť, která bude sloužit pro připojení domácností a firem k internetu a nabídne jim dostatečnou šířku přenosového pásma v současnosti i dohledné budoucnosti. Důraz by měl být kladen na propojení jednotlivých objektů.

# **1 Analýza současného stavu**

V této kapitole bude podrobně rozebrána současná situace na sídlišti Družba ve Vysokém Mýtě, zejména rozmístění bytových jednotek a jejich současné možnosti připojení k internetu.

V první části této kapitoly budou uvedeny základní údaje o investorovi.

## **1.1 Investor**

Investorem je společnost CTI SYSTEMS s.r.o. (IČ: 25922700) sídlící na adrese Dolní 222, 565 01 Choceň, která od roku 2005 v Chocni provozuje jako lokální ISP bezdrátovou síť NEPTUN. V roce 2010 byla zahájena výstavba a zkušební provoz choceňské optické metropolitní sítě CHONET.

Po dokončení sítě CHONET plánuje investor expanzi právě do Vysokého Mýta, kde bude s výstavbou optické sítě začínat samozřejmě nejlukrativnějšími oblastmi – sídlišti.

## **1.2 Lokalita**

Sídliště družba se nachází na Litomyšlském předměstí Vysokého Mýta. V oblasti fungují 2 kotelny, které vytápí (a teplovody propojují) 19 bytových domů, domov pro seniory, mateřskou školu a objekt, ve kterém je několik maloobchodů. Investor požaduje připojení ještě dalších 16 bytových domů, které na teplovod napojené nejsou (viz obrázek 1).

Teplovody jsou pro propojování domů výhodné, protože není potřeba provádět téměř žádné výkopové práce. Tím se ušetří čas i peníze.



Tabulka 1: Počty bytů v jednotlivých vchodech

ID objektu	Vlastník	Adresa	Počet bytů	ID objektu	Vlastník	Adresa	Počet bytů		
1	Město Vysoké Mýto	V Peklovcích č.p. 815	15	17	Sdružení vlastníků	Náměstí Naděje č.p. 771	10		
		V Peklovcích č.p. 814	15			Náměstí Naděje č.p. 772	10		
		V Peklovcích č.p. 813	15			Náměstí Naděje č.p. 773	20		
2	Sdružení vlastníků	V Peklovcích č.p. 812	15			Náměstí Naděje č.p. 774	20		
		V Peklovcích č.p. 811	15			Náměstí Naděje č.p. 775	15		
3	Sdružení vlastníků	Čsl. Legií č.p. 810	17	18	Sdružení vlastníků	Ležáků č.p. 664	23		
		Čsl. Legií č.p. 809	17			Ležáků č.p. 665	23		
4	Sdružení vlastníků	Čsl. Legií č.p. 808	17	19	B K N , spol. s r.o. a Město VM	V Břízkách č.p. 776	15		
		Čsl. Legií č.p. 807	17			V Břízkách č.p. 777	20		
5	Sdružení vlastníků	Plk. B. Kohouta č.p. 806	21			V Břízkách č.p. 778	20		
		Plk. B. Kohouta č.p. 805	24			V Břízkách č.p. 779	15		
		Plk. B. Kohouta č.p. 804	21			V Břízkách č.p. 780	15		
6	Město Vysoké Mýto	Prokopa Velikého č.p. 796	8	20	Město VM a NOVÝ DOMOV VM, družstvo	V Břízkách č.p. 781	20		
		Prokopa Velikého č.p. 795	8			V Břízkách č.p. 782	20		
		Prokopa Velikého č.p. 794	8			V Břízkách č.p. 783	15		
	Sdružení vlastníků	Prokopa Velikého č.p. 793	8			21	Sdružení vlastníků	Větrná č.p. 648	20
7	Sdružení vlastníků	Prokopa Velikého č.p. 711	24	22	Sdružení vlastníků	Větrná č.p. 668	20		
		Prokopa Velikého č.p. 712	16	23	Sdružení vlastníků	Vítězná č.p. 641	20		
	8	SBD Vysoké Mýto	Prokopa Velikého č.p. 713	24	24	Sdružení vlastníků	Vítězná č.p. 642	20	
9	Město Vysoké Mýto	Prokopa Velikého č.p. 714	16	25	Sdružení vlastníků	Slov. nár. povstání č.p. 625	8		
		Prokopa Velikého č.p. 715	24			Slov. nár. povstání č.p. 626	8		
		Prokopa Velikého č.p. 716	24			Slov. nár. povstání č.p. 627	8		
		Prokopa Velikého č.p. 717	24			Slov. nár. povstání č.p. 628	8		
		Prokopa Velikého č.p. 718	24			Slov. nár. povstání č.p. 606	8		
10	Sdružení vlastníků	Talafusova č.p. 566	9	26	Sdružení vlastníků	Slov. nár. povstání č.p. 607	8		
		Talafusova č.p. 567	6			Slov. nár. povstání č.p. 608	8		
11	Sdružení vlastníků	V Zahrádkách č.p. 568	9			Slov. nár. povstání č.p. 609	8		
		V Zahrádkách č.p. 569	6			27	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 604	6
12	Sdružení vlastníků	Lidická č.p. 684	17	28	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 605	6		
		Lidická č.p. 685	17			Odbojářská č.p. 617	6		
		Lidická č.p. 686	17			Odbojářská č.p. 618	6		
13	Sdružení vlastníků	17. listopadu č.p. 679	23	29	Sdružení vlastníků	Ležáků č.p. 639	6		
		17. listopadu č.p. 680	23			Ležáků č.p. 640	6		
		17. listopadu č.p. 681	23	30	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 571	6		
		17. listopadu č.p. 682	23			Odbojářská č.p. 572	6		
		17. listopadu č.p. 683	23			Odbojářská č.p. 573	6		
14	Sdružení vlastníků	Větrná č.p. 675	17	31	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 574	6		
		Větrná č.p. 676	17			Odbojářská č.p. 575	6		
		Větrná č.p. 677	17			32	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 576	6
		Větrná č.p. 678	17					Odbojářská č.p. 577	6
15	Sdružení vlastníků	Ležáků č.p. 670	23	33	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 564	6		
		Ležáků č.p. 671	23			Odbojářská č.p. 565	6		
		Ležáků č.p. 672	23	34	Sdružení vlastníků	Odbojářská č.p. 600	6		
		Ležáků č.p. 673	23			Odbojářská č.p. 601	6		
		Ležáků č.p. 674	23			35	SBD Vysoké Mýto	Odbojářská č.p. 463	6
16	SBD Vysoké Mýto	Prokopa Velikého č.p. 602	6			Odbojářská č.p. 464	6		
		Prokopa Velikého č.p. 603	6						
celkem připojovaných bytů							1327		

Upraveno dle: ČÚZK, 2011

### **1.2.1 Teplovody**

Teplovody vlastní a spravuje Městský bytový podnik Vysoké Mýto s.r.o.. Podle informací od vlastníka je v teplovodních kanálech dostatek místa na uložení kabelů. S vlastníkem bylo dále předběžně dohodnuto, že by s uložení optických kabelů do teplovodních kanálů za přiměřenou úplatu souhlasil.

V místě napojení domů na teplovod je vždy dostatek místa na umístění rozvodné skříně nebo distribučního boxu.

### **1.2.2 Připojované objekty**

Optické kabely jsou dielektrické, díky čemuž není jejich vedení ničím omezeno (plyn, elektřina). Na vertikální propojení se v objektech 1-36 nabízejí stoupačky, které jsou vždy ze sklepa přístupné a umožnili by přímé propojení do všech bytů. Další možností je vedení v lištách po chodbách a provrtávání podlah pro vedení mezi patry a následně provrtání stěn do jednotlivých bytů. Tato možnost by byla výhodná pro metalické vedení, avšak pro optické kabely se příliš nehodí kvůli nutnosti dodržení minimálního poloměru ohybu. V objektech 37 a 38 nemá smysl vertikální vedení uvažovat, případně bude provedeno až podle konkrétního přání zákazníka.

U objektů 7-37 jsou sklepy všech vchodů propojené chodbou (nebo má objekt jen 1 vchod), což umožní bezproblémový rozvod kabeláže po celém domě. U objektů 1-6 bude v takovém případě nutné ve sklepě provrtat stěnu a kabeláž vést takto připraveným otvorem. Stejný způsob lze využít na propojení objektů 1,2 a objektů 3,4, protože spolu přímo sousedí. Objekt 38 má sklepy, které spolu ne vždy přímo sousedí, bude tedy pro propojení nutné hledat alternativní trasy.

Nejvýznamnějším vlastníkem objektů na tomto sídlišti je Město Vysoké Mýto, které vlastní objekty 1, 9, 36 a 37. Navíc vlastní ještě 3 ze 4 vchodů v objektu číslo 6 (poslední vchod – společenství vlastníků), přibližně polovinu objektu 19 (zbytek vlastní B K N , spol. s r.o.) a přibližně polovinu objektu 20 (zbytek vlastní NOVÝ DOMOV Vysoké Mýto, družstvo). Dalším důležitým vlastníkem je Stavební bytové družstvo Vysoké Mýto, v jehož vlastnictví jsou objekty 8, 16 a 35. V případě ostatních objektů se jedná o sdružení vlastníků.

### 1.3 Možnosti připojení domácností k internetu

V současné době mají téměř všichni obyvatelé vysokého myta stejné možnosti připojení k internetu, bez ohledu na to, zda bydlí v bytovém nebo rodinném domě.

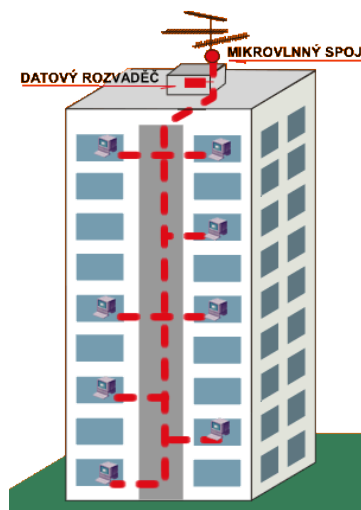
První možností je mobilní internet. Obyvatelé Vysokého myta mohou využívat technologie GPRS, EDGE a je zde dokonce signál i některých 3G sítí. Hlavní výhodou mobilního internetu je možnost připojit se téměř všude, mezi nevýhody patří podprůměrná rychlost, nestabilita, vysoká odezva a buď nízké FUP nebo vysoká cena. Tento typ připojení k internetu je vhodný pro uživatele, kteří přenášejí velmi malé objemy dat nebo pro uživatele využívající internet obvykle mimo domov. Poskytovateli připojení jsou všichni hlavní mobilní operátoři.



Obrázek 2: Modemy pro mobilní internet

(Mobil.cz, 2010)

Další možností je mikrovlnné připojení obvykle realizované v bezlicenčních pásmech 2,4GHz nebo 5GHz. Tento typ připojení nabízí průměrnou rychlost, stabilitu i odezvu. Pro většinu uživatelů jsou parametry tohoto způsobu připojení dostačující, musí ale počítat s občasnými výpadky sítě, především za nepříznivého počasí. Mezi konkrétní poskytovatele tohoto typu internetu v oblasti patří V - data s.r.o. ([www.vmnet.cz](http://www.vmnet.cz)), Fortech internet ([www.bezdrat.net](http://www.bezdrat.net)) a [www.unet.cz](http://www.unet.cz). Ceny se pohybují od 300 Kč/měsíc po 1000 Kč/měsíc, nejvyšší rychlosti připojení jsou 16/1 Mb/s. Zákazníci jsou navíc u některých poskytovatelů omezováni použitím FUP.



Obrázek 3: Mikrovlnné připojení

(Opavský bezdrát)

ADSL internet je připojení přes telefonní kabel, což má za následek vysokou stabilitu a nízkou odezvu. Jedná se ovšem o asynchronní přenos (upload výrazně menší než download) a rychlost přenosu je závislá na vzdálenosti od ústředny. Tento způsob připojení nabízí spolehlivý rychlý download a spolehlivý pomalý upload. Poskytovatelem ADSL internetu je Telefonica O2.



Obrázek 4: ADSL

(Bluemaxx, 2009)

Výstavbou optické sítě chce investor přidat obyvatelům bytových domů další možnost – vysokorychlostní internet přivedený do domu nebo až přímo do bytu optickým kabelem,



s vysokou stabilitou, nízkou odezvou a využívající synchronní přenos. To vše za příznivou cenu srovnatelnou se stávajícími možnostmi připojení od konkurence. Zájem případných zákazníků bude třeba ověřit pomocí dotazníku.



Obrázek 5: Optická vlákna

(Fugal)

## **2 Teoretická východiska řešení**

Ještě než přejdeme k samotnému návrhu sítě, je zapotřebí uvést několik faktů o sítích. Kapitulu začneme stručným přehledem základních faktů o fyzické vrstvě metalických sítí, od které plynule přejdeme k fyzické vrstvě sítí optických. V další části se budeme věnovat konkrétním typům optických sítí.

### **2.1 Přenosové prostředí**

Existují 2 základní druhy sítí z hlediska přenosového prostředí (Donahue, 2009):

- Fyzicky propojené (metalická nebo optická kabeláž)
- Bezdrátové (rádiový přenos, satelity).

Pro moji bakalářskou práci jsou důležité zejména optické kabely a zmíním i několik faktů o kabelech metalických.

#### **2.1.1 Metalické kabely**

V metalických kabelech se pro přenos signálu používá elektrický proud. Data jsou reprezentována úrovní napětí (Bigelow, 2004).

##### **Koaxiální kabely**

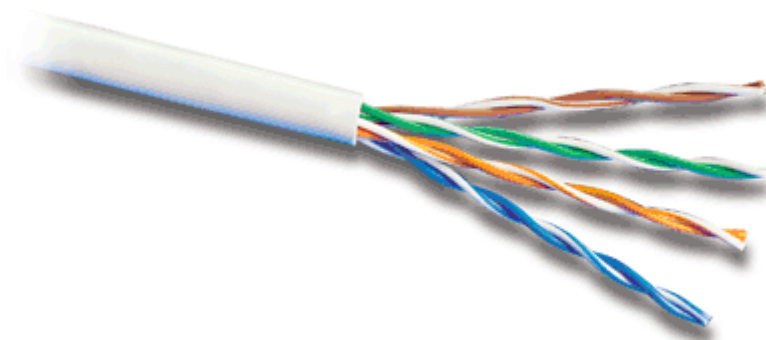
Koaxiální kabely mají v počítačových sítích především historický význam, dnes již jejich úlohu většinou převzaly kroucené dvojlinky (Peterka, 1996).

##### **Nestíněný kabel z kroucených párů (UTP)**

UTP kabel hraje v počítačových sítích důležitou roli. Nejpoužívanější standard pro kroucené dvojlinky používané v současných počítačových sítích je kategorie 5 (CAT5), který je testovaný na rychlost přenosu do 1 Gbps na maximální vzdálenost 100 metrů. (Beasley, 2008).

UTP kabel obsahuje čtyři kroucené páry vodičů. Žádný z těchto 8 vodičů není uzemněný, jedná se o symetrické vedení. Na oba vodiče v páru se vysílá stejný signál,

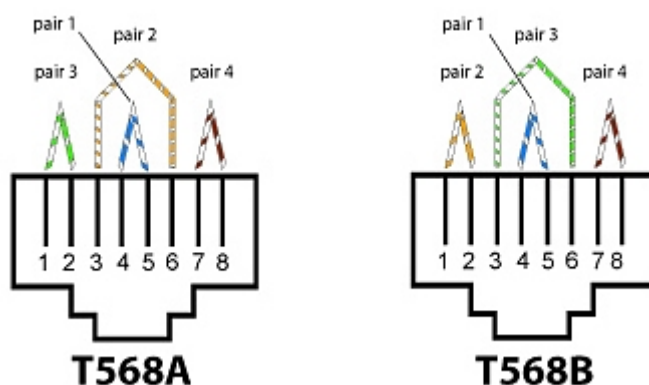
jen s „opačným znaménkem“. To pomáhá udržovat požadovanou úroveň výkonu z hlediska přeslechů a potlačení šumu (Beasley, 2008).



Obrázek 6: UTP kabel

(Glos, 2007)

Součástí standardu EIA/TIA568B jsou doporučení T568A a T568B, která specifikují, jaká barva vodiče se připojuje na jaký pin na konektoru (Beasley, 2008).



Obrázek 7: Ukončení UTP kabelu

(Control Cable, 2011)

V případě, že se na jednom konci kabelu použije zapojení podle T568A a na druhém podle T568B, vznikne křížený kabel (Odom, 2005).

### **Stíněný kabel z kroucených párů (STP, FTP)**

FTP se od UTP liší o uzemněnou kovovou folii, která celý kabel stíní. Kabel STP je stíněn opletením (KabelážStrukturovaná.cz, 2011).

Pokud je celá síť stíněná a správně uzemněná, stíněný kabel efektivně brání vyzařování a blokuje vnější elektromagnetické záření působící na kabel. Stíněný kabel z kroucených párů se používá zejména v místech s velkým elektromagnetickým zářením a v místech, které by naopak mohlo negativně ovlivnit elektromagnetické záření nestíněného kabelu. V běžných situacích je vhodnější použít UTP kabel (Vacca, 2001).

### 2.1.2 Optické kabely

Nedávné pokroky ve vývoji a výrobě optických systémů zapříčinili jejich rychle rostoucí použití na privátní i komerční datové spoje a v mnoha případech dokonce nahrazování měděných kabelů optickými. Nejnovější síťové technologie těžící z rozvoje optických sítí jsou gigabit Ethernet a 10 gigabit Ethernet (Beasley, 2008).

Optická síť je překvapivě jednoduchá, jak ukazuje Obrázek 8. Je složena z následujících částí (Beasley, 2008):

- **Optické přenosové vlákno** je schopno nést signál (ve formě modulovaného světelného paprsku) na vzdálenost několika metrů nebo i tisíců kilometrů. Kabel může obsahovat několik málo vláken tenkých asi jako vlas nebo i balík několika stovek takových vláken.
- **Zdroj záření** – obvykle LED nebo laser – které může být modulované, čímž se digitální data nebo analogový signál „vtiskne“ na světelný paprsek.

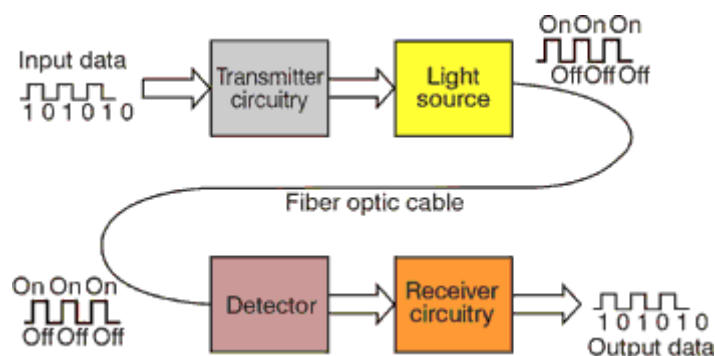
Tabulka 2: Porovnání laseru a LED jako zdroje světla

	LED	Laser
Rychlost přenosu dat	Nízká	Vysoká
Typ vlákna	Multimode	Multimode nebo single mode
Vzdálenost	Krátká	Dlouhá
Životnost	Dlouhá	Krátká
Teplotní citlivost	Nepatrná	Značná
Cena	Nízká	Vysoká

Upraveno dle: Tanenbaum, 2003

- **Fotosenzitivní detektor**, který v přijímači konvertuje optický signál zpět na elektrický signál.

- **Efektivní optické spojky** na rozhraních zdroj-kabel a kabel-foto detektor. Tyto spojky jsou při napojování optického kabelu kritické kvůli nadměrným ztrátám, ke kterým může ve spojích docházet.

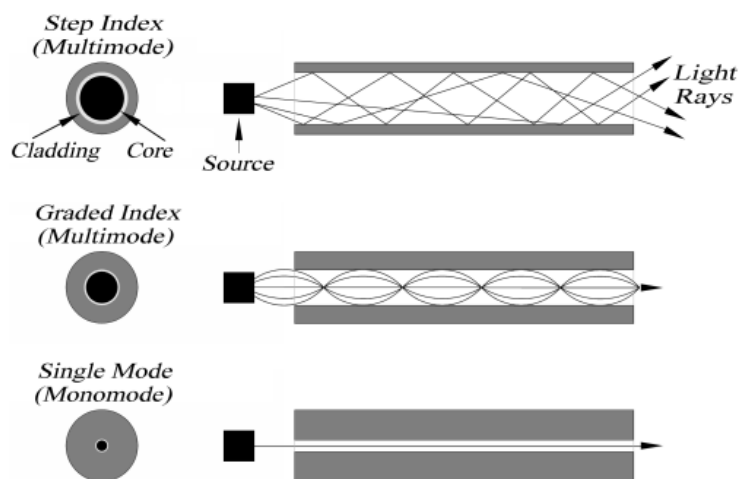


Obrázek 8: Jednoduché schéma optické sítě

(Basic Fiber Optic Communication System, 2001)

## Optické vlákno

Optické vlákno se skládá z jádra a odrazové vrstvy. Ty jsou vyrobeny ze skla nebo plastu. V každém případě musí být index lomu odrazové vrstvy nižší než index lomu jádra (Beasley, 2008). Rozlišují se 3 základní druhy optických vláken:



Obrázek 9: Optická vlákna

(Industrial Ethernet University, 2004)

### ➤ Multimode step index

Jádro u toho typu vláken je relativně silné (průměr 100  $\mu\text{m}$ ), což umožňuje, aby procházelo více světelných signálů současně. Step index znamená, že mezi indexem

lomu jádra a pláště je skokový rozdíl, což se v praxi neosvědčilo a právě kvůli tomu se tento typ multimodového vlákna již nepoužívá (Beasley, 2008).

#### ➤ **Multimode graded index**

U multimode vlákna se v praxi ukázalo, že je lepší používat postupnou změnu indexu lomu mezi jádrem a pláštěm, což má za následek nižší útlum signálu. V telekomunikačním průmyslu jsou nejpoužívanější multimode vlákna s průměrem jádra 50 nebo 62,5  $\mu\text{m}$  a průměrem odrazové vrstvy 125  $\mu\text{m}$  (Beasley, 2008).

#### ➤ **Single mode step index**

Single mode vlákna se používají pro přepravu dat na velké vzdálenosti. Umožňují rychlost přenosu až 10 Gb/s a vzájemnou vzdálenost opakovačů až 80 km. Tyto vlastnosti jsou dále vylepšovány novým vývojem. Kvůli nízkému průměru jádra (7-10  $\mu\text{m}$ ) je nutné jako zdroj záření používat laser (Beasley, 2008).

### **Konstrukce optických kabelů**

Mezi základní konstrukce optických kabelů patří simplex, duplex, distribuční (OPDS) a breakout. Existuje nepřeberné množství různých variací na tyto základní konstrukce lišící se například materiálem pláště, uspořádáním vláken nebo pevnostní ochranou. Vlákná mohou mít těsnou nebo volnou sekundární ochranu.

Optické kabely se dále rozdělují na interiérové, univerzální a venkovní.

## **2.2 FTTP**

Fiber to the premises (vlákno na pozemek) je forma optické komunikace, kde je optické vlákno přivedeno až do areálu zákazníka (např. provozovna, byt, dům). FTTP lze dále rozdělit na FTTB (fiber to the building – vlákno do budovy) a FTTH (fiber to the home – vlákno až domů) (Yao, 2007).

### 2.2.1 FTTB

Při tomto druhu připojení je optické vlákno přivedeno obvykle do sklepa bytového domu. Jednotlivé byty jsou připojeny konvenční metalickou kabeláží, například utp kabelem.

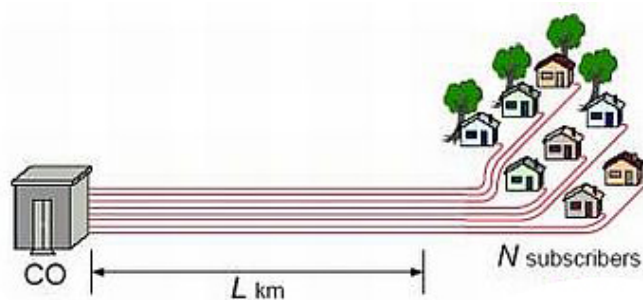
### 2.2.2 FTTH

Toto připojení je charakteristické tím, že optické vlákno je přivedeno koncovému uživateli až domů. V případě bytového domu to znamená, že do každého připojeného bytu vede vlákno a až tam je jednotlivě zakončeno.

Tyto sítě lze dále rozdělit na P2P (bod - bod) a P2MP (bod-multibod).

#### P2P

Spojení typu point-to-point je charakteristické tím, že každý jeden zákazník je připojen jedním optickým vláknem přímo do jednoho portu na aktivním prvku umístěném v centrální rozvodně. Na tomto úseku sítě nedochází k žádnému sdílení, a proto může každý zákazník teoreticky využívat celou šířku přenosového pásma optického vlákna. S tím jsou spojené vysoké náklady na centrální rozvodnu i kabeláž.



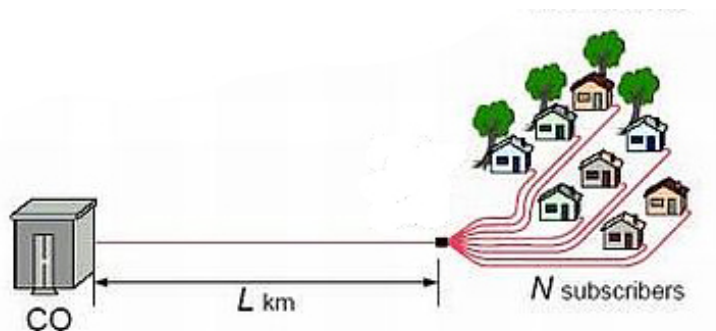
Obrázek 10: Spojení P2P

Upraveno dle: Procházka, 2007

#### P2MP

Vzhledem k tomu, že šířka přenosového pásma jednoho optického vlákna je dostatečná pro několik průměrných zákazníků, je často výhodné použít spojení point-to-multipoint

kvůli nižší pořizovací ceně. Rozdělení signálu z jednoho vlákna více zákazníkům lze docílit aktivním nebo pasivním síťovým prvkem.



Obrázek 11: Spojení P2MP

Upraveno dle: Procházka, 2007

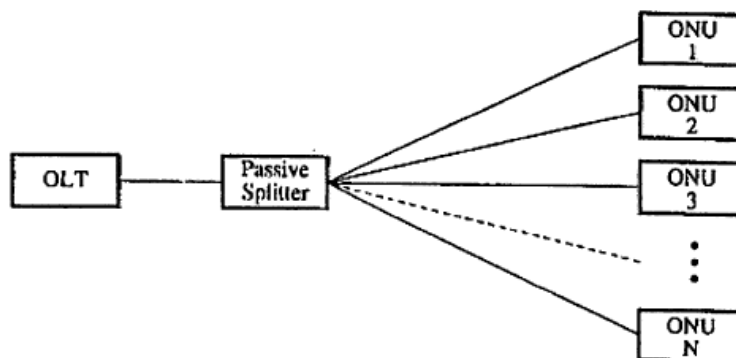
## 2.3 PON

Pasivní optická síť (PON) je charakteristická tím, že na trase mezi centrální rozvodnou (CO) a uživatelem nejsou žádné aktivní prvky. Na rozdělení signálu z jednoho vlákna na více vláken se používají pasivní (nenapájené) optické splittery. To má za následek mimo jiné vyšší spolehlivost sítě, ale na druhé straně díky dělení optického signálu dochází k jeho zeslabování. PON sítě jsou běžně používány pro poskytování vysokorychlostních informačních služeb v sítích LAN a WAN. PON síť se skládá ze splitteru, optického linkového terminálu (OLT), obvykle umístěného v CO, několika optických síťových jednotek (ONU), obvykle umístěných u konečných uživatelů a samotného optického vlákna, které propojuje OLT a ONU. PON sítě jsou levnější, než jiné typy optických sítí a dovolují použití více vlnových délek, díky čemuž se zvyšuje šířka přenosového pásma (Kuo, 2007).

PON systémy používají obvykle point-to-multipoint (P2MP) stromovou nebo sběrníkovou topologii. V typické stromové PON, jak je ukázáno na obrázku č. 12, je OLT spojen optickým vláknem s 1:N pasivním optickým splitterem. Optický splitter rozděluje optický signál z OLT několika jednotkám ONU. Pokud je dodávaná optická energie dostatečná, 1:N splitter může mít jakkoliv vysoké N. Množství dostupné optické energie je určeno silou laser-diodových vysílačů, vloženým útlumem pasivní sítě (vlákno, konektory, spojky) a citlivostí přijímačů. Umístění 1:N splitteru centrálně mezi



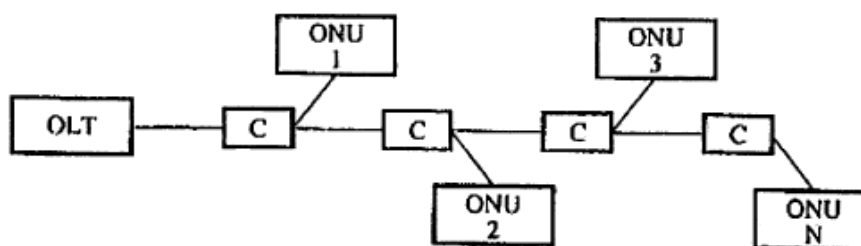
jednotky ONU snižuje potřebné množství optického vlákna, avšak obvykle je praktické umístit splitter do CO (poblíž OLT). Point-to-multipoint PON síť, jako je například stromová konfigurace na obrázku č. 12, umožňují, aby byl jeden laser z OLT sdílen mezi N jednotek ONU (Kuo, 2007).



Obrázek 12: Stromová PON

Upraveno dle: Kuo, 2007

Pokud jsou vzdálenosti mezi jednotlivými ONU velké, často se používá sběrníková topologie, jak ukazuje obrázek č. 13. OLT je připojen k optické lince, na které je několik sériově řazených couplerů (C). Optický coupler (nebo splitter) je pasivní optická komponenta se třemi nebo více optickými porty, která dělí optický signál mezi porty v předem daném poměru. Coupler oddělí část signálu přicházejícího z OLT a odešle ho ONU1. Zbývající část optického signálu z OLT pokračuje po sběrnici k dalšímu coupleru, který oddělí část signálu pro ONU2. Sběrnice může být jakkoliv dlouhá, pokud je k dispozici dostatečně silný signál. Pro další prodloužení sběrnice, pokud se smíříme s použitím aktivního prvku, lze použít optický opakovač (Kuo, 2007).



Obrázek 13: Sběrníková PON

Upraveno dle: Kuo, 2007

### 3 Návrh řešení

Kapitolu začneme návrhem cen připojení a průzkumem trhu. Pokračovat budeme návrhem technického řešení a kapitolu zakončíme ekonomickým zhodnocením projektu.

#### 3.1 Návrh cen připojení

Pro zjednodušení chce investor používat stejný ceník, jaký už používá v sousední Chocni. Zpočátku si také přeje nabízet zákazníkům pouze internet, později plánuje i IPTV a VoIP. Aktuální verzi ceníku ukazuje následující tabulka.

Tabulka 3: Ceny připojení

TARIF	PAUŠÁLNÍ POPLATEK	RYCHLOST (Mb/s) DOWNLOAD/UPLOAD
OPTI START 16	325 Kč (390 Kč s DPH)	16/16
OPTI STANDARD 25	408 Kč (490 Kč s DPH)	25/25
OPTI PROFI 40	492 Kč (590 Kč s DPH)	40/40

Upraveno dle: CTI SYSTEMS, 2011

Při uzavření smlouvy se závazkem na 2 roky by zákazník nemusel platit zřizovací poplatek, v případě smlouvy na dobu neurčitou platí zákazník cenu instalace dle skutečných nákladů, minimálně ve výši 2000,- Kč. Při roční platbě předem bych zákazníkům nabídl jeden měsíc připojení zdarma. Při uzavření smlouvy na 48 měsíců sleva 10% ze všech plateb.

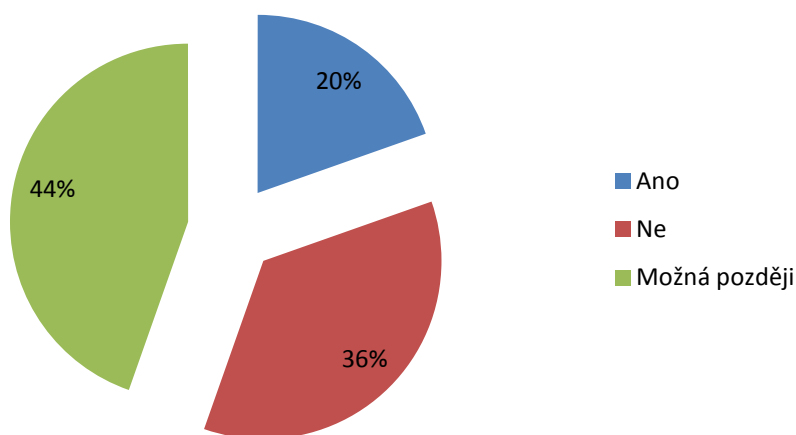
#### 3.2 Průzkum trhu

Ještě než začnu se samotným návrhem sítě, je nutné zjistit, zda je o nový, spolehlivější a rychlejší internet zájem.

Obyvatel sídliště jsem se ptal na otázku:

*Měli byste zájem o rychlejší a spolehlivější internet dováděný až do bytu optickým kabelem?*

Celkem jsem odpověď na tuto otázku získal v 556 domácnostech, výsledky jsou zobrazeny v následujícím grafu.



Graf 1: Průzkum trhu

Zdroj: vlastní zpracování

102 respondentů odpovědělo kladně, 186 záporně a 232 chtělo buď počkat na reference od sousedů, nebo jsou smluvně vázáni u jiného poskytovatele připojení na více než jeden rok. Celkově je vidět, že o kvalitní internet je opravdu zájem.

### 3.3 Výběr optické technologie

Vybral jsem Pasivní FTTH síť zejména kvůli použití pasivních optických splitterů, díky čemuž je síť spolehlivá a relativně levná. Jednou z variant je umístění splitterů přímo do CO, čímž se zjednoduší správa celé sítě a do budoucna by bylo relativně jednoduché navyšovat rychlost připojení náročnějším zákazníkům – dělení vlákna mezi menší počet zákazníků nebo dokonce postupné přecházení na P2P FTTH. Z pohledu minimalizace použitého množství kabeláže je ale výhodnější umístit splittery blízko koncových zákazníků, například do každého domu.

Vzhledem k tomu, že data určená uživateli napojenému na splitter přijdou všem uživatelům napojeným na tento splitter, je downstream komunikaci pro zajištění bezpečnosti nutné šifrovat. Běžně se používá 128 bitové AES šifrování, které bude i v naší situaci plně vyhovovat.

### 3.4 Návrh tras

Nejrychlejším, nejsnadnějším a nejlevnějším způsobem, jak propojit všechny domy na sídlišti optickou sítí je použití převěsů. Nevýhodou tohoto způsobu je dočasnost řešení (z legislativních důvodů), a proto tento způsob propojení budov z dalších úvah vylučuji.

V úvahu tudíž připadá jen uložení optických kabelů do země. Toho lze docílit buď vybudováním nových tras (výkopové práce) nebo použití stávajících, například kabelovodů nebo teplovodních kanálů. Na zvoleném sídlišti bohužel žádné kabelovody nejsou, ale většina sídliště je napojena na teplovod. Kde to bude možné, budeme používat teplovodní kanály, kde to možné nebude (objekt není napojen na teplovod) budeme nuceni přistoupit k výkopovým pracím.

Jsou 3 základní druhy terénu, ve kterých bychom v dané lokalitě mohli chtít provádět výkopové práce. Nejdražší je vést výkop silnicí, následuje chodník a nakonec zatravněná plocha. Tyto druhy terénu se liší nejen cenou samotného výkopu a uvedení do původního stavu, ale také nutnou hloubkou výkopu, jak ukazuje následující tabulka.

Tabulka 4: Výkopové práce podle terénu

terén	minimální hloubka (m)	cena (Kč/m)
silnice	1,2	2000
chodník	0,7	1200
zatravněná plocha	0,7	500

Zdroj: vlastní zpracování

Šířka výkopu se bude pohybovat v rozmezí 30 – 50 cm. Mikrotrubičky budou po uložení překryty patnácticentimetrovou vrstvou zeminy, na níž bude položena výstražná fólie oranžové barvy. Poté bude zahrnut celý výkop a obnoven původní stav povrchu.

Výsledný návrh tras, u kterého bylo minimalizováno potřebné množství výkopových prací kvůli jejich vysoké ceně, je znázorněn na následujícím obrázku.



Všechny části tras vedené teplovodními kanály nebo výkopy budou realizovány HDPE chráničkou (mikrotrubičkou) Dura-Line 14/10 mm, která poskytne kabelům dostatečnou ochranu před vnějšími vlivy v zemi i v teplovodních kanálech. Pro snížení tření při zafukování kabelu má mikrotrubička vnitřní lubrikační vrstvu SILICORE. Lze do ní zafukovat kabely do průměru 7,5 mm.

Pro zpřehlednění popisu tras mezi jednotlivými uzly (distribučními boxy) jsem síť rozdělil na 4 větve. Severozápadní větev propojuje CO s uzly 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 36 a objektem 4. V objektu 4 není distribuční box umístěn. Jihozápadní větev zajišťuje spojení CO s uzly 19, 20, 21 a 22. Jihovýchodní větev spojuje CO s uzly 15, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 a 33. Severovýchodní větev zajišťuje spojení CO a uzlů 10, 11, 12, 13a, 13b, 14, 16, 34, 35, objektu 37 a objektu 38. V objektech 37 a 38 nejsou distribuční boxy umístěny.

#### **3.4.1 Severozápadní větev**

Trasa mezi CO a uzlem 17 povede nejprve otvorem vyvrtaným do stěny nad dveřmi do CO. Dál bude pokračovat drátěným žlabem zavěšeným pod stropem sklepní chodby k prostupu do teplovodního kanálu. Teplovodním kanálem se mikrotrubičkou dostaneme až k prostupu do objektu 17. Na stěně nad prostupem do teplovodního kanálu bude umístěn uzel 17.

Z uzlu 17 do uzlu 18 povede trasa prostupem do teplovodního kanálu a bude pokračovat mikrotrubičkou až k objektu 18. Uzel 18 bude umístěn na stěně nad prostupem z teplovodního kanálu.

Z uzlu 17 bude také vycházet trasa do uzlu 36. Ta povede nejdříve drátěným žlabem zavěšeným pod stropem sklepní chodby objektu 17 až k jeho severní stěně. Dál bude trasa pokračovat HDPE chráničkou skrz průraz v severní stěně objektu umístěný 70 cm pod úrovní povrchu a dále bude pokračovat výkopem. Pod silnicí bude procházet v hloubce 120 cm, poté opět vystoupá na hloubku 70 cm, ve které se průrazem dostane do objektu 36. Trasa objektem 36 bude realizována drátěným žlabem umístěným pod stropem sklepní chodby vedoucí až k prostupu do teplovodního kanálu na západní straně objektu. Uzel 36 bude umístěn na stěně nad tímto prostupem.

Trasa z uzlu 36 do uzlu 9 bude realizována mikrotrubičkou uloženou v teplovodním kanálu. Do objektu 9 se dostane prostupem teplovodního kanálu a bude končit v uzlu 9, který bude umístěn na stěně nad tímto prostupem.

Z uzlu 9 bude chráničkou uloženou v teplovodním kanálu realizována také trasa do uzlu 8. Uzel 8 bude umístěn nad prostupem z teplovodního kanálu.

Propojení uzlů 8 a 7 bude zajištěno mikrotrubičkou procházející až k prostupu teplovodního kanálu do objektu 7. Uzel 7 bude umístěn na jižní stěně objektu 7, východně od prostupu do objektu.

Trasa mezi uzly 36 a 5 bude začínat prostupem z objektu 36 do teplovodního kanálu. Tímto kanálem bude pokračovat až k prostupu do kotelny, kde bude trasa realizována lištou upevněnou na východní stěně kotelny až k prostupu do severnějšího teplovodního kanálu, odkud bude mikrotrubičkou pokračovat až k prostupu do objektu 5. Mezi objekty 36 a 5 nebude chránička přerušena. Uzel 5 bude umístěn nad prostupem do teplovodu na jižní stěně objektu 5.

Z uzlu 5 povede trasa do uzlu 6 nejprve prostupem do teplovodního kanálu a následně bude pokračovat tímto kanálem východním směrem až k prostupu do objektu 6. Uzel 6 bude umístěn na jižní stěně objektu 6 poblíž prostupu do teplovodního kanálu. Mimo objekty bude trasa samozřejmě realizována HDPE chráničkou.

Uzel 3 bude k uzlu 5 připojen pomocí mikrotrubičky vedené teplovodním kanálem z objektu 5 až k prostupu do objektu 3. Uzel 3 bude umístěn na severní stěně objektu 3. Tento distribuční box bude sloužit i pro objekt 4, do kterého se bude vstupovat průrazem ve stěně.

Propojení objektů 3 a 2 bude realizováno mikrotrubičkou uloženou v teplovodním kanále. Na stěně nad prostupem do objektu 2 bude umístěn uzel 2.

Propojení uzlu 2 a 1 bude realizováno drátěným žlabem upevněným pod stropem. Trasa povede nejprve podél vedení teplé vody a poté průrazem stěny do objektu 1. Tam povede trasa opět drátěným žlabem pod stropem sklepa až do místnosti, kde je umístěn prostup do teplovodního kanálu. Na jižní stěně této místnosti bude umístěn uzel 1.

### **3.4.2 Jihozápadní větev**

Trasa z CO do uzlu 22 bude začínat paralelně s trasou CO-17, ale na první křižovatce teplovodních kanálů bude pokračovat jižním směrem. Dále trasa povede průrazem stěny teplovodního kanálu do výkopu vedoucímu k patě objektu 22, do kterého vstoupí průrazem 70 cm pod povrchem. Tím se dostaneme do bývalé prádelny, která je v současné době nevyužitá a na její stěně bude umístěn uzel 22.

Z uzlu 22 povede trasa do uzlu 21. Povede zmíněným průrazem do stěny objektu 22, dále výkopem v hloubce 70 cm a průrazem do teplovodního kanálu, kterým bude pokračovat severním směrem až na úroveň domu 22, kde bude opět proražena stěna teplovodu východním směrem, čímž se mikrotubička dostane do výkopu a dalším průrazem bude pokračovat do bývalé prádelny, tentokrát objektu 21. Na stěně prádelny bude umístěn uzel 21.

Trasa z uzlu 22 do uzlu 19 je opět nejdříve vedena průrazem do výkopu a následně průrazem do teplovodního kanálu, kterým pokračuje jižním a poté západním směrem. Na křižovatce teplovodních kanálů mezi objekty 19 a 20 pokračuje severním směrem a prostupem do objektu 19. Na stěně nad tímto prostupem bude umístěn uzel 19.

Trasa z uzlu 22 do uzlu 20 je shodná s trasou z uzlu 22 do uzlu 19 až do výše zmíněné křižovatky teplovodních kanálů, kde budeme nyní pokračovat jižním směrem a prostupem do objektu 20. Na stěně nad tímto prostupem bude umístěn uzel 20.

### **3.4.3 Jihovýchodní větev**

Z CO do uzlu 15 bude trasa realizována drátěným žlabem umístěným pod stropem sklepní chodby. Uzel 15 je umístěn na východní stěně objektu 15.

Z uzlu 15 do uzlu 30 vede trasa nejdříve průrazem východní stěny objektu 15 v hloubce 70 cm, čímž se dostane do výkopu. Dále bude pokračovat pod silnicí (hloubka 120 cm) a následně znovu výkopem hlubokým 70 cm až k patě objektu 30, do kterého se dostane průrazem západní stěny. Trasa bude pokračovat drátěným žlabem až do kotelny, kde bude umístěn uzel 30.



Trasa z uzlu 30 do uzlu 31 vede nejdříve drátěným žlabem pod stropem až k severní stěně objektu 30. Dál pokračuje průrazem 70 cm pod povrchem do výkopu, dále pod silnicí v hloubce 120 cm a opět výkopem v zatravněné ploše v hloubce 70 cm až k jižní stěně objektu 31, do kterého vstoupí průrazem této stěny. Dál pokračuje trasa drátěným žlabem pod stropem do kotelny, kde bude na stěně umístěn uzel 31.

Spojení uzlů 31 a 32 je realizováno nejprve drátěným žlabem vedoucím pod stropem k severní stěně objektu 31 a dále průrazem 70 cm pod povrchem do výkopu. Tím trasa pokračuje až k průrazu do jižní stěny objektu 32 v konstantní hloubce. Uvnitř objektu 32 trasa pokračuje drátěným žlabem do kotelny. Tam bude na stěně umístěn uzel 32.

Trasa spojující uzly 32 a 33 je vedena z uzlu 32 drátěným žlabem pod stropem k západní stěně objektu 32. Tam pokračuje průrazem 70 cm pod povrchem do výkopu spojujícího objekty 32 a 33. Pod silnicí projde v hloubce 120 cm a průraz do objektu 33 bude opět v hloubce 70 cm. Trasa bude pokračovat drátěným žlabem do kotelny, kde bude umístěn uzel 33.

Trasa z uzlu 30 do uzlu 29 začíná drátěným žlabem, pokračuje průrazem z objektu 30 na východní straně, projde pod silnicí v hloubce 120 cm a vrátí se do hloubky 70 cm, ve které bude i průraz do objektu 29. Tam bude trasa pokračovat drátěným žlabem do kotelny, v níž bude umístěn uzel 29.

Trasa z uzlu 15 do uzlu 24 prochází průrazem na východní straně objektu 15, dvakrát prochází pod silnicí v hloubce 120 cm a dorazí k patě objektu 24 v hloubce 70 cm. V této hloubce bude také proveden průraz do bývalé prádelny, ve které bude na stěně umístěn uzel 24.

Z uzlu 24 do uzlu 28 bude trasa realizována průrazem z objektu 24 a dále výkopem v hloubce 70 cm až k objektu 28. Tam bude ve stejné hloubce průraz, kterým bude trasa dovedena do objektu 28. Dál bude trasa pokračovat drátěným žlabem pod stropem do kotelny objektu 28, kde bude umístěn uzel 28.

Trasa z uzlu 24 do uzlu 23 bude začínat průrazem do stěny objektu 24 a bude pokračovat výkopem v konstantní hloubce 70 cm až k průrazu do objektu 23, kterým se dostaneme přímo do bývalé prádelny, kde bude umístěn uzel 23.

Z uzlu 23 do uzlu 27 prochází trasa průrazem do výkopu, kterým pokračuje v hloubce 70 cm k průrazu v západní stěně objektu 27. Dál pokračuje trasa drátěným žlabem pod stropem až do kotelny objektu 27, ve které bude na stěně umístěn uzel 27.

Trasa mezi uzly 23 a 26 bude začínat průrazem z objektu 23 do výkopu, kterým bude pokračovat v hloubce 70 cm až k silnici, pod kterou projde v hloubce 120 cm a dorazí opět v hloubce 70 cm k průrazu do severní stěny objektu 26. Uvnitř objektu bude realizována drátěným žlabem pod stropem, který ji zavede až do kotelny, kde bude umístěn uzel 26.

Trasa z uzlu 26 do uzlu 25 bude začínat drátěným žlabem vedoucím z kotelny k západní stěně, kde objekt 26 opustí průrazem v hloubce 70 cm. V této hloubce bude pokračovat až k objektu 25, do něhož se dostane průrazem do východní stěny 70 cm pod úroveň terénu. Trasa bude pokračovat drátěným žlabem do kotelny, kde bude umístěn uzel 25.

#### **3.4.4 Severovýchodní větev**

Trasa z CO do uzlu 14 bude začínat drátěným žlabem a prostupem do teplovodního kanálu. Dál bude pokračovat severním směrem až k severnějšímu prostupu do objektu 14, nad kterým bude z vnitřní strany na stěně umístěn uzel 14.

Z uzlu 14 do uzlu 13a bude trasa začínat prostupem do teplovodního kanálu, kterým bude pokračovat severním směrem prostupu do objektu 13. Nad tímto prostupem bude umístěn uzel 13a.

Trasa mezi uzly 13a a 13b bude realizována drátěným žlabem umístěným pod stropem sklepní chodby až k prostupu do teplovodního kanálu na východní straně objektu. Nad tímto prostupem bude umístěn uzel 13b.

Mezi uzlem 13b a objektem 37 bude trasa vedena nejdříve drátěným žlabem k prostupu do teplovodního kanálu v jihovýchodní části budovy. Následně tímto teplovodním kanálem a prostupem do objektu 37, kde nebude uzel (distribuční box), jen tam bude necháno 10 m stočeného kabelu pro případ, že by byl objekt 37 připojován.

Z uzlu 13b směrem k uzlu 12 bude trasa začínat prostupem do teplovodního kanálu na východní straně objektu 13 a dále severním směrem do prostupu do objektu 12. Tímto

objektem bude trasa pokračovat drátěným žlabem pod stropem sklepní chodby. Po patnácti metrech bude umístěn na stěně chodby uzel 12.

Propojení uzlu 12 a objektu 38 bude začínat drátěným žlabem, který povede až k prostupu do teplovodního kanálu na západní straně objektu. Dál bude pokračovat teplovodním kanálem a prostupem do objektu 38. Tam bude stočeno 10 m kabelu, rozvody po objektu 38 budou realizovány, až když bude připojován některý z maloobchodů.

Z uzlu 13b do uzlu 35 bude trasa začínat prostupem do teplovodního kanálu, kterým bude pokračovat severovýchodním směrem. Na úrovni objektu 35 opustí teplovodní kanál průrazem do severní stěny a bude pokračovat výkopem v hloubce 70 cm k průrazu do objektu 35. Uvnitř objektu bude trasa realizována drátěným žlabem pod stropem, kterým bude trasa dovedena až do kotelny, kde bude umístěn uzel 35.

Trasa z uzlu 35 do uzlu 16 bude vedena z kotelny drátěným žlabem pod stropem až k severní stěně objektu. Dál pokračuje průrazem do této stěny v hloubce 120 cm. V této hloubce projde pod silnicí a následně vystoupá do hloubky 70 cm, ve které pokračuje až k patě objektu 16. Do objektu se dostane průrazem v hloubce 70 cm a dále pokračuje drátěným žlabem do kotelny, kde bude umístěn uzel 16.

Z uzlu 35 do uzlu 34 trasa prochází průrazem z objektu, následně 70 cm hlubokým výkopem a průrazem do teplovodního kanálu. Z tohoto teplovodního kanálu pokračuje průrazem jeho jižní stěny do dalšího výkopu, kterým projde pod silnicí v hloubce 120 cm, následně vystoupá do hloubky 70 cm a průrazem se dostane do objektu 34. Tímto objektem pokračuje drátěným žlabem do kotelny, kde bude umístěn uzel 34.

Trasa spojující uzly 35 a 11 vede nejprve výkopem, poté teplovodním kanálem východním směrem až k prostupu do objektu 11. Na stěně nad tímto prostupem bude umístěn uzel 11.

Trasa z uzlu 11 do uzlu 10 začíná prostupem do teplovodního kanálu, kterým vede jižním směrem až k prostupu do objektu 10, nad kterým bude na stěně umístěn uzel 10.

### 3.5 Kabely

Na propojení objektů budeme používat multimodové kabely Signamax CLT se 4, 8, 12 resp. 24 vlákny. Kabely s 4, 8 a 12 vlákny mají vnější průměr 6,5 mm, kabel s 24 vlákny 6,7 mm. Na každém spoji budeme požadovat minimálně 2 vlákna navíc, jako rezervu.

Tabulka 5: Kabely

větev	ID kabelu	počet vláken	délka (m)	Z uzlu	Přes uzly	do uzlu (objektu)
Severozápadní	1	12	400	CO	17, 36	9
	2	4	100	17	-	18
	3	4	75	9	-	8
	4	12	80	8	-	7
	5	8	250	36	-	5
	6	4	110	5	-	6
	7	8	120	5	-	3
	8	4	110	3	2	1
Jihozápadní	9	8	175	CO	-	22
	10	4	100	22	-	21
	11	12	105	22	-	19
	12	12	100	22	-	20
Jihovýchodní	13	8	160	CO	15	30
	14	24	200	30	31, 32	33
	15	24	110	30	-	29
	16	4	290	15	24, 23	26
	17	4	80	26	-	25
	18	24	80	24	-	28
	19	24	70	23	-	27
Severovýchodní	20	12	220	CO	14, 13a	13b
	21	4	60	13b	-	37
	22	4	90	13b	-	12
	23	8	50	12	-	38
	24	8	100	13b	-	35
	25	24	60	35	-	16
	26	24	50	35	-	34
	27	4	120	35	-	11
	28	24	50	11	-	10

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 15: Kably

Upraveno dle: mapy.cz

- Kabel multimode 4 vláken
- Kabel multimode 8 vláken
- Kabel multimode 12 vláken
- Kabel multimode 24 vláken

### 3.6 Uzly

Tato podkapitola se zaměřuje na to, co se děje uvnitř distribučních boxů. Pokud u splitteru není uvedeno, na co jsou použity jeho vývody, jsou tyto vývody buď navařeny přímo na vnitřní simplexové kabely vedoucí do jednotlivých bytů nebo jsou nevyužité.

#### CO

- Vlákna 1-10 kabelu 1 jsou napojena na OLT porty 1-10
- Vlákna 1-5 kabelu 20 jsou napojena na OLT porty 11-15
- Vlákna 1-4 kabelu 13 jsou napojena na OLT porty 16-19
- Vlákna 1-3 kabelu 9 jsou napojena na OLT porty 20-22
- Splitter 1:64 je napojen na OLT port 23

#### Uzel 1

- Vlákno 1 kabelu 8 je navařeno na splitter 1:32
- Vlákno 2 kabelu 8 je navařeno na splitter 1:16

#### Uzel 2

- Vlákno 1 kabelu 8 (z uzlu 3) je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařen na další splitter 1:32
  - Druhý vývod je navařen na vlákno 1 kabelu 8 (do uzlu 1)

#### Uzel 3

- Vlákno 1 kabelu 7 je navařeno na vlákno 1 kabelu 8
- Vlákno 2 kabelu 7 je navařeno na splitter 1:4
  - První vývod navařen na vlákno 2 kabelu 8
  - Vývody 2-4 jsou navařeny na splittery 1:16
    - Dva vývody jsou navařeny na vlákna 3-4 kabelu 7

#### Uzel 5

- Vlákna 1 a 2 kabelu 5 jsou navařena na vlákna 1 a 2 kabelu 7

- Vlákno 3 kabelu 5 je navařeno na splitter 1:64
- Vlákno 4 kabelu 5 je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařen na vlákno 1 kabelu 6
  - Druhý vývod je navařen na vlákno 3 kabelu 7

#### **Uzel 6**

- Vlákno 1 kabelu 6 je navařeno na splitter 1:32

#### **Uzel 7**

- Vlákno 1 kabelu 4 je navařeno na splitter 1:32
- Vlákna 2-9 kabelu 4 jsou použita na připojení bytů v objektu 7

#### **Uzel 8**

- Vlákno 1 kabelu 3 je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařen na vlákno 1 kabelu 4
  - Druhý vývod je navařen na splitter 1:32
- Vlákno 2 kabelu 3 je navařeno na splitter 1:16
  - 8 vývodů je navařeno na vlákna 2-9 kabelu 4

#### **Uzel 9**

- Vlákno 8 kabelu 1 je navařeno na splitter 1:64
- Vlákno 9 kabelu 1 je navařeno na vlákno 1 kabelu 3
- Vlákno 10 kabelu 1 je navařeno na splitter 1:4
  - První vývod je navařen na vlákno 3 kabelu 1
  - Druhý vývod je navařen na vlákno 2 kabelu 3
  - Poslední dva vývody jsou navařeny na splittery 1:16

#### **Uzel 10**

- Vlákna 1-15 kabelu 28 jsou použita na připojení bytů v objektu 10

### **Uzel 11**

- Vlákno 1 kabelu 27 je navařeno na splitter 1:32
  - 15 vývodů je navařeno na vlákna 1-15 kabelu 28

### **Uzel 12**

- Vlákno 1 kabelu 22 je navařeno na splitter 1:64
  - 6 vývodů je navařeno na vlákna 1-6 kabelu 23

### **Uzel 13a**

- Vlákno 1 kabelu 20 je navařeno na splitter 1:64
  - 4 vývody jsou navařeny na vlákna 5-8 kabelu 20 (do uzlu 14)

### **Uzel 13b**

- Vlákno 3 kabelu 20 je navařeno na splitter 1:64
  - Jeden vývod je navařen na vlákno 1 kabelu 21
  - Čtyři vývody jsou navařeny na vlákna 2-5 kabelu 24
- Vlákno 4 kabelu 20 je navařeno na vlákno 1 kabelu 22
- Vlákno 5 kabelu 20 je navařeno na vlákno 1 kabelu 24

### **Uzel 14**

- Vlákno 5 kabelu 20 (z CO) je navařeno na splitter 1:64
- Vlákna 5-8 kabelu 20 (z uzlu 13a) jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 15**

- Vlákno 2 kabelu 13 (z CO) je navařeno na splitter 1:64
  - Dva vývody jsou navařeny na vlákna 2-3 kabelu 13 (do uzlu 30)
- Vlákna 3-4 kabelu 13 jsou navařena na vlákna 1-2 kabelu 16

### **Uzel 16**

- Vlákna 1-12 kabelu 25 jsou použita na připojení bytů



### **Uzel 17**

- Vlákno 1 kabelu 1 (z CO) je navařeno na splitter 1:64
- Vlákno 2 kabelu 1 je navařeno na vlákno 1 kabelu 2.
- Vlákno 2 kabelu 2 je navařeno na splitter 1:16

### **Uzel 18**

- Vlákno 1 kabelu 2 je navařeno na splitter 1:4
  - Tři vývody jsou navařeny na splittery 1:16
  - Jeden vývod je navařen na vlákno 2 kabelu 2

### **Uzel 19**

- Vlákno 1 kabelu 11 je navařeno na splitter 1:64
- Vlákna 2-7 kabelu 11 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 20**

- Vlákno 1 kabelu 12 je navařeno na splitter 1:64
- Vlákna 2-7 kabelu 12 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 21**

- Vlákno 1 kabelu 10 je navařeno na splitter 1:32

### **Uzel 22**

- Vlákno 1 kabelu 9 je navařeno na vlákno 1 kabelu 11
- Vlákno 2 kabelu 9 je navařeno na vlákno 1 kabelu 12
- Vlákno 3 kabelu 9 je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařen na vlákno 1 kabelu 10
  - Druhý vývod je navařen na splitter 1:32
    - 6 vývodů je navařeno na vlákna 2-7 kabelu 11
    - 6 vývodů je navařeno na vlákna 2-7 kabelu 12

### **Uzel 23**

- Vlákno 1 kabelu 16 (z uzlu 24) je navařeno na splitter 1:32
  - 12 vývodů je navařeno na vlákna 1-12 kabelu 19

### **Uzel 24**

- Vlákno 1 kabelu 16 (z uzlu 15) je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařený na vlákno 1 kabelu 16 (do uzlu 23)
  - Druhý vývod je navařený na splitter 1:32
    - 12 vývodů je navařeno na vlákna 1-12 kabelu 18

### **Uzel 25**

- Vlákno 1 kabelu 17 je navařeno na splitter 1:32

### **Uzel 26**

- Vlákno 2 kabelu 16 je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařený na vlákno 1 kabelu 17
  - Druhý vývod je navařený na splitter 1:32

### **Uzel 27**

- Vlákna 1-12 kabelu 19 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 28**

- Vlákna 1-12 kabelu 18 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 29**

- Vlákna 1-12 kabelu 15 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 30**

- Vlákno 1 kabelu 13 je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařený na vlákno 1 kabelu 14

- Druhý vývod je navařený na splitter 1:32
  - 12 vývodů je navařeno na vlákna 1-12 kabelu 15
  - 10 vývodů je navařeno na vlákna 2-11 kabelu 14
- Vlákna 2-3 kabelu 13 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 31**

- Vlákna 2-11 kabelu 14 (z uzlu 30) jsou použita na připojení bytů
- Vlákna 2-9 kabelu 14 (z uzlu 32) jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 32**

- Vlákno 1 kabelu 14 (z uzlu 30) je navařeno na splitter 1:32
  - 12 vývodů je navařeno na vlákna 1-12 kabelu 14 (do uzlu 33)
  - 8 vývodů je navařeno na vlákna 2-9 kabelu 14 (do uzlu 31)

### **Uzel 33**

- Vlákna 1-12 kabelu 14 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 34**

- Vlákna 1-12 kabelu 25 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 35**

- Vlákno 1 kabelu 24 je navařeno na splitter 1:2
  - První vývod je navařený na vlákno 1 kabelu 27
  - Druhý vývod je navařený na splitter 1:32
    - 12 vývodů je navařeno na vlákna 1-12 kabelu 25
    - 12 vývodů je navařeno na vlákna 1-12 kabelu 26
- Vlákna 2-5 kabelu 24 jsou použita na připojení bytů

### **Uzel 36**

- Vlákno 3 kabelu 1 (z CO) je navařeno na splitter 1:64
- Vlákno 3 kabelu 1 (z uzlu 9) je navařeno na splitter 1:16
- Vlákna 4-7 kabelu 1 (z CO) jsou navařena na vlákna 1-4 kabelu 5

### 3.7 Značení aktivních a pasivních prvků

OLT je v celé síti jen jedno, proto bude značeno jednoduše OLT, jednotlivé porty budou značeny OLT-01 až OLT-23.

Splittery budou značeny například *15-1*, kde 15 značí ID objektu a 1 je pořadové číslo splitteru v tomto objektu. Vývody splitteru 1:64 budou značeny například *15-1-00* až *15-1-64*, kdy vývod označený na konci 00 je vždy ten, kterým je do splitteru přiváděn signál a rozdělován na všechny ostatní vývody.

ONU označená *15-B-3* bude umístěná v objektu 15, v bytě napojeném na druhou stoupačku v objektu (B) a je v této stoupačce třetí odspodu. Podobně budou značeny i ostatní ONU.

Optická vlákna budou označena podle výše zmíněných prvků, které propojují. Například *OLT-01*, *15-1-00* je vlákno propojující první port na OLT a první splitter umístěný v objektu 15. Pořadí prvků v tomto značení je určen směrem downstreamové komunikace (směrem od OLT k ONU). Vlákna budou značena na všech místech, kde nebudou uvnitř optického kabelu. Nevyužitá vlákna nebudou označena.

### 3.8 Další potřebný hardware

Toto je návrh sítě GPON, která umožňuje downstream rychlost 2,5 Gb/s a upstream rychlost 1,25 Gb/s na jeden slot, což bude nyní i v dohledné budoucnosti bohatě stačit. Přesto se vyplatí nakoupit aktivní prvky, které by dokázali zvládnout i rychlejší technologie.

#### 3.8.1 Centrální rozvodna

V první řadě je potřeba vybavit centrální rozvodnu optickým linkovým terminálem (OLT). Navrhují použít ZXA10 C300 především kvůli variabilitě použití. Podporuje totiž kromě GPON také například 10GEPON a P2P, díky čemuž bude tento OLT použitelný i po případném přechodu na rychlejší technologie.



Obrázek 16: ZXA10 C300

Zdroj: S4TECH, 2011

Dále je třeba do CO umístit rackovou skříň, optickou vanu, patch cordy a záložní zdroj napájení.

### 3.8.2 Zákazník

Na připojení zákazníka bude potřeba simplexový kabel vedoucí z distribučního boxu drátěným žlabem k příslušné stoupačce, kterou se dostane až do bytu připojovaného zákazníka. Tam bude ukončen v modulární zásuvce ABB Tango v barvě podle přání zákazníka. Připojení k ONU bude realizováno simplexovým patch cordem. Zákazníkům budou půjčovány nebo prodávány jednotky ZXA10 F660.



Obrázek 17: ONU ZXA10 F660

Zdroj: Solutions for Technology, 2011

### 3.9 Ekonomické zhodnocení

V této podkapitole vyčísím náklady a výnosy projektu a spočítám dobu návratnosti investice.

#### 3.9.1 Náklady

Náklady na výstavbu sítě budou 1 018 497 Kč. Jsou podrobně rozepsány v příloze 2. Každý měsíc bude dále nutné platit 30 000 Kč za konektivitu, 5 000 Kč za pronájem a 1 800 Kč za elektřinu.

Připojení každého nového zákazníka k síti bude stát průměrně 2 600,- Kč, jak ukazuje následující tabulka.

Tabulka 6: Náklady na připojení zákazníka

název	jednotková cena	použité množství	jednotka	celková cena
ONU ZXA10 F660	1 420 Kč	1	ks	1 420 Kč
Kabel simplex	5 Kč	30	m	150 Kč
Optická zásuvka	250 Kč	1	ks	250 Kč
Patch cord	80 Kč	1	ks	80 Kč
Práce technika	350 Kč	2	h	700 Kč
Celkem za připojení zákazníka				2 600 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

#### 3.9.2 Výnosy

Výnosy budou silně závislé na počtu připojených zákazníků. Podle průzkumu trhu bude 20% domácností chtít připojit okamžitě a 44% domácností se ještě rozmyslí. Pokud budeme předpokládat, že se polovina nerozmyšlených nakonec vyjádří kladně, budeme v první vlně připojovat asi 42% sídliště, což znamená asi 593 přípojek. Investor předpokládá, že po dokončení výstavby sítě bude schopen připojovat až 100 domácností měsíčně. Po dosažení počtu 593 přípojek předpokládám průměrně 10 nových přípojek měsíčně po dobu dalších 2 let, čímž investor dosáhne počtu 833 přípojek, což je asi 59% celého sídliště.

Pro zjednodušení výpočtu budu předpokládat, že všichni zákazníci podepíší smlouvu na 2 roky a vyberou si tarif OPTI STANDARD.

### 3.9.3 Zisk a výpočet doby návratnosti

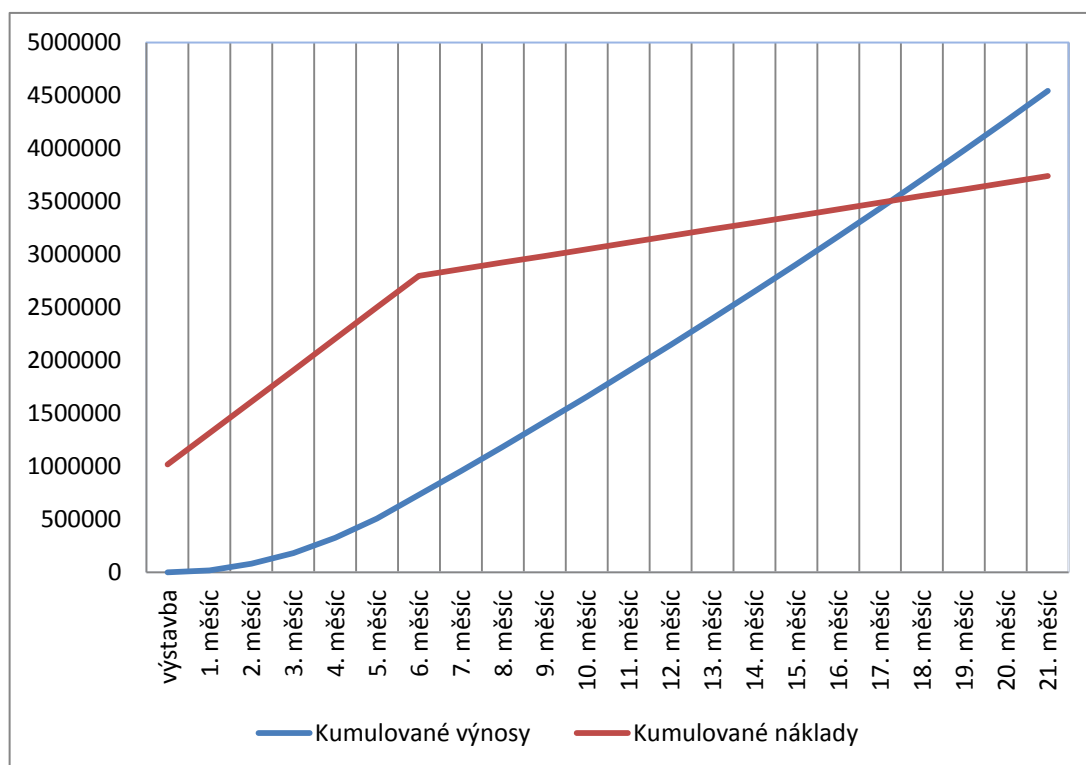
Následující tabulka ukazuje předpokládané výnosy, náklady a zisk v prvních měsících po dokončení budování sítě. Je vidět, že zisková začne být síť až po zpomalení přírůstu nových přípojek.

Tabulka 7: Prvních 7 měsíců provozu sítě

	výstavba	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc	5. měsíc	6. měsíc	7. měsíc
připojení zákazníci na konci měsíce	0	100	200	300	400	500	593	603
Výnosy (Kč)	0	20 400	61 200	102 000	142 800	183 600	221 544	225 624
Náklady (Kč)	1 018 497	296 800	296 800	296 800	296 800	296 800	296 800	62 800
Zisk (Kč)	-1 018 497	-276 400	-235 600	-194 800	-154 000	-113 200	-75 256	162 824

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud všechno půjde podle plánu, vrátí se celá investovaná částka počátkem 18. měsíce po dokončení výstavby sítě.



Graf 2: Doba návratnosti

Zdroj: vlastní zpracování

## **Závěr**

Navrhl jsem pasivní optickou síť, která zajistí spolehlivé a rychlé připojení do sítě internet pro domácnosti i firmy na Vysokomýtském sídlišti Družba. Díky vedení optického vlákna až do bytů budou mít zákazníci k dispozici více než dostatečnou šířku přenosového pásma pro všechny dnes představitelné aplikace.

Díky příznivé cenové politice se investor stane velmi rychle dominantním hráčem na trhu s připojením k internetu na tomto sídlišti, což mu dá kromě nemalých zisků také dobrou pozici při zavádění služeb IPTV a VoIP. Začlenění těchto služeb do nabízeného portfolia by přispěla k efektivnějšímu využití přenosové kapacity sítě.



## Seznam použité literatury

### Tištěné zdroje

BEASLEY, J. S. *Networking*. 2nd ed. Ann Arbor: Edwards Brothers, 2008. 693 s. ISBN 0-13-135838-3.

BIGELOW, S. J. *Mistrovství v počítačových sítích: Správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2004. 990 s. ISBN 80-251-0178-9.

DONAHUE, G. A. *Kompletní průvodce síťového experta*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

ODOM, W. *Počítačové sítě bez předchozích znalostí*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. 383 s. ISBN 80-251-0538-5.

TANENBAUM, A. S. *Computer Networks*. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. 891 s. ISBN 0-13-066102-3.

VACCA, J. R. *The Cabling Handbook*. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. 1310 s. ISBN 0-13-088317-4.

### Internetové zdroje

*Basic Fiber Optic Communication System*. [online]. 2001. [cit. 2011-11-04].

Dostupné z: [http://utopia.cord.org/step\\_online/st1-8/st18eii.htm](http://utopia.cord.org/step_online/st1-8/st18eii.htm)

ČÚZK. *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [online]. 2011. [cit. 2012-01-15].

Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

GLOS, M. *Počítačové sítě: Výukový modul EPO*. [online]. 2007. [cit. 2011-11-10].

Dostupné z: <http://dmp.wosa.iglu.cz/?strana=kabely>

KABELÁŽSTRUKTUROVANÁ.CZ. *Rozdíly mezi kabely dle jejich označení*. [online].

2011. [cit. 2011-11-04]. Dostupné z: <http://www.kabelazstrukturovana.cz/utp-ftp-nebo-stp-kabel>

CTI SYSTEMS. *Optické připojení (FTTX) v síti CHONET*. [online]. 2011. [cit. 2011-05-10]. Dostupné z: <http://www.chonet.cz/cenik.html>

KUO, J. et al. *Passive optical network*. [online]. 2007. [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.google.com/patents/US7272321>

PETERKA, J. *Koaxiální kabely*. *CHIPweek*. [online]. 22. října 1996, roč. 96, č. 43. [cit. 2011-11-04]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a643k150.php3>

YAO, C. *What is FTTP, FTTH, FTTB, and FTTD?*. [online]. 2008. [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://ezinearticles.com/?What-is-FTTP,-FTTH,-FTTB,-and-FTTD?-Fiber-Optic-Tutorial-Series-Four&id=1037798>

### **Zdroje obrázků**

BLUEMAXX. *Bluemaxx ADSL Broadband*. [online]. 2009. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: [http://www.bluemaxx.net.au/images/ADSL\\_Globe.jpg](http://www.bluemaxx.net.au/images/ADSL_Globe.jpg)

CONTROL CABLE. *T568A and T568B Wiring Schemes -- What's the Difference?*. [online]. 2011. [cit. 2011-11-04]. Dostupné z: [http://www.controlcable.com/i/m/t568a\\_b.jpg](http://www.controlcable.com/i/m/t568a_b.jpg)

FUGAL. *Fiber optics*. [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://www.fugal.com/images/inheader-networkf.jpg>

INDUSTRIAL ETHERNET UNIVERSITY. *Using ethernet with fiber optics*. [online]. 2004. [cit. 2011-11-05]. Dostupné z: <http://www.industrialethernetu.com/images/fibertypes.gif>

MAPY.CZ. [online]. 2011. [cit. 2012-01-14]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#t=s&x=16.152113&y=49.946032&z=16&l=15>

MOBIL.CZ. *Rychlý mobilní internet nabírá dech. Testujeme 3G sítě operátorů* [online]. 2010. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: [http://i.idnes.cz/10/012/gal/LHC306bba\\_MobileInternet\\_02\\_Mcz.JPG](http://i.idnes.cz/10/012/gal/LHC306bba_MobileInternet_02_Mcz.JPG)

OPAVSKÝ BEZDRÁT. *Připojení domácností v panelových domech*. [online]. 2012. [cit. 2012-04-06].

Dostupné z: <http://opavskybezdrat.cz/novinky/images/stories/opb/panelak.gif>

PROCHÁZKA, J. *Optika do domu: Technológie pod lupou*. [online]. 2007. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z:

<http://www.zive.sk/Files/Obrázky/art/2007/TEL/FTT/VyvojposlednejmileFTTH.jpg>

S4TECH. *ZXA10 C300*. [online]. 2011. [cit. 2012-05-08].

Dostupné z: <http://www.s4tech.pl/s4tech/upload/384C300.png>

SOLUTIONS FOR TECHNOLOGY. *ZXA10 F660*. [online]. 2011. [cit. 2012-05-14].

Dostupné z: <http://www.s4tech.pl/s4tech/upload/382F660.jpg>

## Seznam použitých zkratek

10GEPON	10 Gigabit Ethernet Passive Optical Network
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AES	Advanced Encryption Standard
AON	Active Optical Network
C	Coupler
CLT	Central Loose Tube
CO	Central Office
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
FTP	Foiled Twisted Pair
FTTB	Fiber to the Building
FTTH	Fiber to the Home
FTTP	Fiber to the Premises
FUP	Fair User Policy
GPON	Gigabit Passive Optical Network
GPRS	General Packet Radio System
HDPE	High Density Polyethylene
IPTV	Internet Protocol Television
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
OLT	Optical Line Termination
ONU	Optical Network Unit
P2MP	Point to Multipoint
P2P	Point to Point
PON	Passive Optical Network
SBD	Stavební bytové družstvo
STP	Shielded Twisted Pair
UTP	Unshielded Twisted Pair
VM	Vysoké Mýto
VoIP	Voice over Internet Protocol
WAN	Wide Area Network

## Seznam obrázků

Obrázek 1: mapa sídliště.....	12
Obrázek 2: Modemy pro mobilní internet .....	15
Obrázek 3: Mikrovlnné připojení .....	16
Obrázek 4: ADSL .....	16
Obrázek 5: Optická vlákna .....	17
Obrázek 6: UTP kabel.....	19
Obrázek 7: Ukončení UTP kabelu .....	19
Obrázek 8: Jednoduché schéma optické sítě.....	21
Obrázek 9: Optická vlákna .....	21
Obrázek 10: Spojení P2P .....	23
Obrázek 11: Spojení P2MP.....	24
Obrázek 12: Stromová PON .....	25
Obrázek 13: Sběrníková PON.....	25
Obrázek 14: Návrh tras .....	29
Obrázek 15: Kabely .....	37
Obrázek 16: ZXA10 C300 .....	45
Obrázek 17: ONU ZXA10 F660.....	45

## Seznam grafů

Graf 1: Průzkum trhu .....	27
Graf 2: Doba návratnosti.....	47

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Počty bytů v jednotlivých vchodech.....	13
Tabulka 2: Porovnání laseru a LED jako zdroje světla .....	20
Tabulka 3: Ceny připojení .....	26
Tabulka 4: Výkopové práce podle terénu .....	28
Tabulka 5: Kabely.....	36
Tabulka 6: Náklady na připojení zákazníka .....	46
Tabulka 7: Prvních 7 měsíců provozu sítě.....	47

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Splittery .....	I
Příloha 2: Náklady na výstavbu sítě .....	II

## Příloha 1: Splittery

	uzel	poměr	uzel	poměr	objekt	vláken		uzel	poměr	uzel	poměr	objekt	vláken	
Severozápad	2	1:2	1	1:32	1	32								
			2	1:32	2	32								
	3	1:4	3	1:16	3	16								
			3	1:16	3	16								
					3	12								
			3	1:16	4	2								
					5	2								
			1	1:16	1	16								
	5	1:64			5	64								
	5	1:2	6	1:32	6	32								
			3	1:32	4	32								
	9	1:64			9	64								
	8	1:2	7	1:32	7	32								
			8	1:32	7	8								
					8	24								
	9	1:4	8	1:16	8	16								
			9	1:16	9	16								
			9	1:16	9	16								
			36	1:16	36	16								
	36	1:64			36	64								
	17	1:64			17	64								
	18	1:4	17	1:16	17	16								
			18	1:16	18	16								
			18	1:16	18	16								
			18	1:16	18	16								
Jihozápad	22	1:2	21	1:32	21	32								
					19	6								
			22	1:32	20	6								
					22	20								
	19	1:64			19	64								
	20	1:64			20	64								
Severovýchod	35	1:2	11	1:32	10	15								
					11	17								
					16	12								
			35	1:32	34	12								
					35	8								
	12	1:64			12	58								
					38	6								
	13a	1:64			13	60								
					14	4								
	13b	1:64			13	59								
					35	4								
					37	1								
	14	1:64			14	64								
Jihovýchod	24	1:2	23	1:32	23	20								
					27	12								
					24	20								
			24	1:32	28	12								
	26	1:2	26	1:32	26	32								
			25	1:32	25	32								
	15	1:64			15	62								
					30	2								
	30	1:2			29	12								
			30	1:32	30	10								
					31	10								
					31	8								
					32	12								
			32	1:32	33	12								
	CO	1:64			15	64								

## Příloha 2: Náklady na výstavbu sítě

	název	jednotková cena	použité množství	jednotka	celková cena
Trasy	Výkopové práce - silnice	2 000 Kč	64	m	128 000 Kč
	Výkopové práce - chodník	1 200 Kč	16	m	19 200 Kč
	Výkopové práce - volné terén	500 Kč	315	m	157 500 Kč
	Výstražná folie	2 Kč	395	m	790 Kč
	Kabel Signamax 24 vláken	21 Kč	620	m	13 020 Kč
	Kabel Signamax 12 vláken	17 Kč	905	m	15 385 Kč
	Kabel Signamax 8 vláken	14 Kč	855	m	11 970 Kč
	Kabel Signamax 4 vlákna	10 Kč	1135	m	11 350 Kč
	Mikrotrubička Dura-Line 14/10mm	13 Kč	3240	m	42 120 Kč
	Uložení chráničky do výkopu	5 Kč	450	m	2 250 Kč
	Protažení chráničky teplovodními kanály	15 Kč	2790	m	41 850 Kč
	Zafukování kabelů	8 Kč	2778	m	22 224 Kč
	Drátěný žlab	100 Kč	1260	m	126 000 Kč
Uzly	Splitter 1:64	7 285 Kč	12	ks	87 420 Kč
	Splitter 1:32	3 236 Kč	16	ks	51 776 Kč
	Splitter 1:16	1 953 Kč	12	ks	23 436 Kč
	Splitter 1:4	790 Kč	3	ks	2 370 Kč
	Splitter 1:2	310 Kč	8	ks	2 480 Kč
	Distribuční box 16 vláken	1 350 Kč	8	ks	10 800 Kč
	Distribuční box 48 vláken	1 990 Kč	15	ks	29 850 Kč
	Distribuční box 96 vláken	2 490 Kč	13	ks	32 370 Kč
	svaření vláken	300 Kč	294	ks	88 200 Kč
CO	Rozvaděč 19 palců	9 887 Kč	1	ks	9 887 Kč
	OLT ZXA10 C300	76 500 Kč	1	ks	76 500 Kč
	optická vana	1 022 Kč	2	ks	2 044 Kč
	patch cord	80 Kč	24	ks	1 920 Kč
	pigtail	38 Kč	24	ks	912 Kč
	Záložní zdroj UPS	6 873 Kč	1	ks	6 873 Kč
Celkem za vybudování sítě					1 018 497 Kč